

Elektronické řízení brány

Lukáš Kořínek

Toto zařízení jsem vytvořil na žádost kolegy z práce. Sám si vyrobil elektricky otevíraná vrata, ale potřeboval elektroniku, která je bude řídit. Byla to pro mne zajímavá výzva, a tak se chci podělit o výsledek mého snažení. Při návrhu byl kladen důraz na co nejjednodušší řešení, ale přitom co nejvíce univerzální, pro snadnou úpravu podle místních podmínek.

Základní technické údaje

Napájení: 230 V.
Napájení dálkového ovládání: 12 V (nestabilizované).
Jištění: trubičková pojistka F0,1A.
Vstupy: opticky oddělené.
Výstupy: reléové.
Řízení: mikrokontrolérem PIC16F630.

Popis zařízení

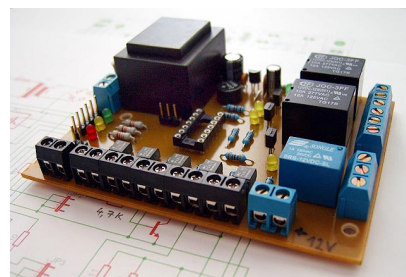
Při návrhu zapojení byly stanoveny následující podmínky:

1. Brána musí mít ruční i automatický režim volitelný přepínačem.
2. V ručním režimu není aktivní optická závora a ani nejsou aktivní žádné časy kromě hlídání motoru.
3. Brána musí být schopna sama zjistit svoji polohu a najet do základního postavení v jednotlivých režimech auto/ručně.
4. Brána musí rozpoznat chybu na snímačích koncových poloh.
5. Maximální jednoduchost ovládání.
6. Součástí zařízení je chrana motoru při zaseknutí brány nebo ji-

ném problému znemožňujícím pohyb brány.

7. Optická signalizace při pohybu brány (majáček).
8. Možnost libovolného dálkového ovládání.
9. Maximální univerzálnost vstupů pro použití různých typů koncových spínačů.
10. V automatickém režimu ovládání jediným stiskem.

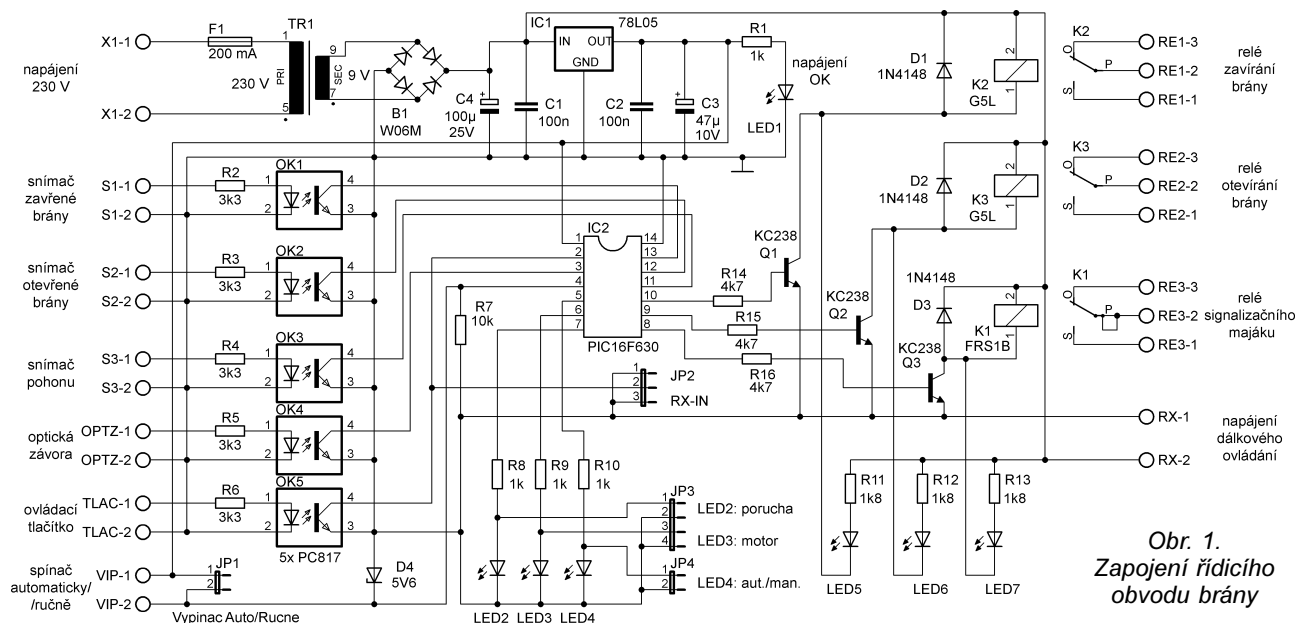
Toto zařízení je určeno pro řízení prakticky jakýchkoli vrat nebo brány. Primárně je určeno pro řízení brány na kolejnici, která se elektromotorem zasouvá nebo vysouvá do boku. Nicméně stejně dobře lze řízení použít na vrata vysunující se nahoru. Podmínkou jsou dvě polohy, a to zavřeno nebo otevřeno, a možnost instalace nějaké optické závory detekující překážku v prostoru brány. Řízení je rozděleno na dva režimy – automatický a ruční. Toto rozdělení umožňuje velmi komfortní ovládání jediným tlačítkem nebo dálkovým ovladačem. Běžně se předpokládá, že brána bude pracovat v automatickém režimu, kdy je vše



automatizováno a brána se pouze stiskem tlačítka nebo ovladače otevře. Po následném projetí nebo projití bránou se již sama uzavře. Nicméně někdy je třeba nastavit bránu do nějaké polohy a v této ji ponechat (například pokud se skrze bránu stále prochází a nechceme ji pokaždé otevírat). Proto je zde i ruční režim, ve kterém můžeme bránu ovládat a zároveň jsou vyřazeny některé funkce a ochrany (optická závora).

Aby mohla brána spolehlivě pracovat, je nutné aby dokázala zjistit svoji polohu na základě snímačů koncových poloh a optické závory. Pokud nelze polohu zjistit (mezipoloha) je nutné, aby se brána dokázala nastavit do nějaké polohy, která odpovídá pracovnímu režimu, který je momentálně navolen (auto/ručně). Tato základní poloha je v každém pracovním režimu jiná, protože každý pracovní režim má jiné bezpečnostní podmínky. Zároveň je nutné, aby bylo řízení schopno rozpoznat chybu některého koncového snímače a upozornit obsluhu na problém. Pro signalizaci slouží stavové LED a také výstup na majáček přes relé K1.

Dlouho jsem přemýšlel jak vyřešit hlídání motoru, a tím pádem i kontrolu mechanické funkce brány. Původně jsem chtěl zařadit i časy ve kterých by se brána musela stíhat zavírat nebo otevírat. Nicméně to by neřešilo problém mechanicky zaseknutého



Obr. 1.
Zapojení řídicího obvodu brány

pohonu a navíc by požadovaný čas byl značně závislý na délce vrat. Pak už by celé zařízení nebylo příliš univerzální. Nakonec jsem proto kontroloval motoru a tím i pohybu brány vyřešil snímáním otáček motoru nebo zubů v převodu. Pokud se pohon porouchá, nebo se například zasekne brána, je to detekováno, následně odpojen motor a signalizována závada. Tím je zabráněno poškození motoru.

Jako je tomu i u ostatních bran a podobných systémů, i zde je pohyb brány signalizován majáčkem připojeným k výstupu na kontaktu relé K1.

Pro bezdrátový přenos povelů jsem použil samostatný modul dálkového ovládání (DO), který se s řídící elektronikou propojí. Tím je zajištěna univerzálnost a každý si může připojit vlastní sadu DO podle svých požadavků. Aby byla zachována univerzálnost vstupní části, byly použity optočleny, které umožní použít prakticky libovolné senzory koncových poloh, od běžných mechanických koncových spínačů až po například indukční snímače.

Popis zapojení

Srdcem celého zapojení je mikrokontrolér PIC16F630, který vše řídí. Procesor je taktován vnitřním oscilátorem 4 MHz. Na vstupních portech jsou zapnuty pull-up rezistory, o něž je pak zapojení jednodušší. Jediný rezistor R7 je použit na portu RA3. O napájení se stará transformátor 230/9 V, následně je napětí usměrněno na můstku B1 a stabilizováno na 5 V běžným stabilizátorem 78L05. LED1 signalizuje přítomnost napájení.

Vstupy jsou ošetřeny optočleny PC817. Tím je zajištěno napěťové oddělení vstupů procesoru, neboť pro napájení snímačů nebo koncových spínačů se většinou používá větší napětí. Pokud jsou například použity pasivní koncové spínače, je možné pro ovládání vstupů použít napětí ze svorky RX, která je určena primárně pro napájení přijímače dálkového ovládání nestabilizovaným napětím asi 12 V. Proudové zatížení je dáno použitým transformátorem a nemělo by překročit asi 150 mA. Proto je v případě použití indukčních snímačů na pozicích S1, S2 a S3 nutné použít externí zdroj, který je dostatečně dimenzovaný.

Výstupy pro ovládání motoru jsou spínány pomocí relé K2 a K3. Relé jsou použita s cívkou na 12 V a napětí pro jejich napájení je odebíráno (stejně jako napětí pro svorku RX) před stabilizátorem napětí. Každé relé má signalizační LED a vyvedení přepínací kontakt. Ovládat lze jak stejnosměrný, tak střídavý jedno- nebo třífázový motor. Relé K1 je použito pro spínání majáčku, který signalizuje, že je brána v pohybu. Dále následují dia-

gnostické LED. LED2 je červená a signalizuje chybové stavy. Pokud bliká, hlásí závažnou chybu, a dokud není chyba odstraněna, nemůže být sepnut pohon. Pokud LED2 svítí, je to drobná chyba a je možný omezený provoz brány. LED3 signalizuje blikáním, že je pohon v provozu. Jde vlastně o vyvedený signál ze snímače S3, který snímá otáčení motoru. Poslední LED4 signalizuje v jakém režimu se momentálně řídí brána (ručně – LED svítí). JP3 a JP4 slouží k vyvedení LED na nějaké jiné (viditelné) místo. JP1 může sloužit místo spínače k pevnému nastavení režimu auto/ručně. Pokud je jumper osazen, je navolen ruční režim. JP3 slouží k připojení ovládacího signálu z přijímače dálkového ovládání. Tento signál je společný s tlačítkem, jež může a nemusí být umístěno k ručnímu ovládání

ní někde poblíž brány. Signál na JP3 je na prostředním kolíku, aby nešlo zaměnit vývody při připojení. Krajní vývody jsou uzemněny. Vstup DO (RX-IN) se aktivuje přivedením logické nuly.

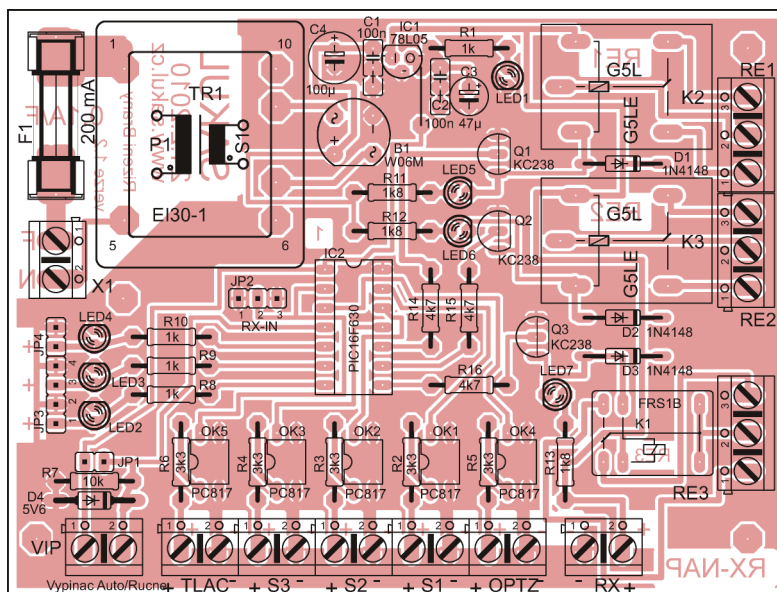
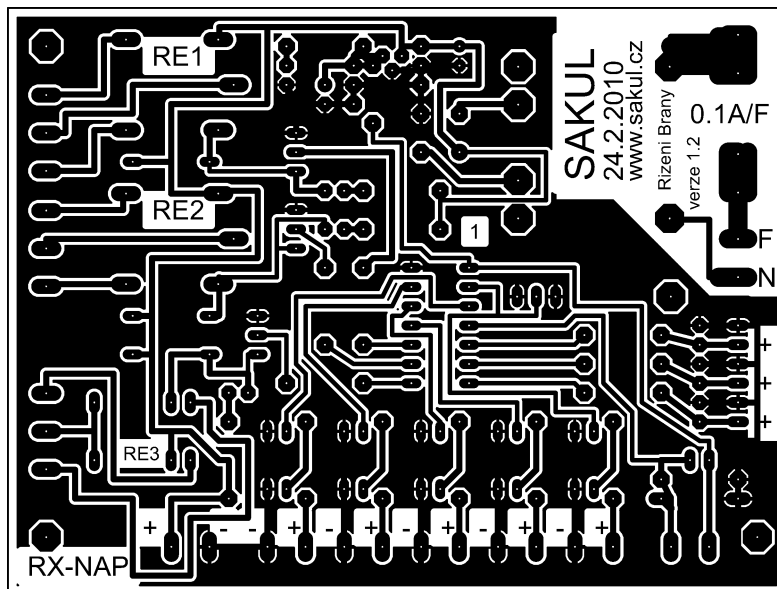
Deska s plošnými spoji

Pločné spoje jsou vyleptány na jednostranně plátované desce o velikosti 100x75mm. Při osazování součástek je nutné osadit také jednu drátovou propojku u stabilizátoru. Při osazování by neměl nastat žádný problém.

Funkce brány

Inicializace a základní stav:

Po zapnutí napájení se kontroluje, zda není sepnuto ovládací tlačítko TLAC. Pokud je TLAC sepnuto, je to



Obr. 2. Deska s plošnými spoji řídicího obvodu brány v měřítku 1:1 (103 x 78 mm) a rozmístění součástek na desce

závažná chyba a čeká se na jeho uvolnění. Také jsou kontrolovány snímače S1 a S2, zda nejsou sepnuty současně. Dále se rozhoduje v jakém je brána režimu (automat nebo ručně). Všechny výše popsané kontroly jsou nezávislé na volbě režimu.

Automat:

Nejprve se kontroluje, v jaké pozici je brána. Pokud není zjištěna žádná krajní poloha, brána se po 30 sekundách automaticky zavře. Pokud je brána otevřená, také se po 30 s automaticky zavře. To platí v případě, že optická závora (dále jen OPTZ) není přerušena. Pokud je přerušena OPTZ, čeká se 1 minutu na uvolnění OPTZ. Pokud není do minuty OPTZ uvolněna, je to drobná chyba a brána zůstává ve stávající poloze do doby uvolnění OPTZ. Po následném uvolnění OPTZ je nutno krátkým stiskem TLAC potvrdit poruchu (zhasne chybová LED) a pak se brána po 30 s automaticky uzavře. Vždy se po uvolnění OPTZ čeká 30 s a pak je brána uzavřena. Každé další přerušení během čekání čas opět o dalších 30 s prodlouží.

Pokud je brána v pohybu, je to signalizováno sepnutím K1 a zároveň se kontroluje snímač pohonu S3, optická závora OPTZ a příslušný snímač koncové polohy.

Základní a klidový stav je zavřená brána, OPTZ není přerušena, je aktivní snímač S1. Po stisku TLAC se brána otevře. Jakmile se brána otevírá nebo zavírá a přeruší se OPTZ, je brána naplna otevřena. Pokud se během otevírání nebo již v otevřeném stavu uvolní OPTZ, je brána za 30 s opět zavřena (předtím je však plně otevřena). V případě reverzace při zavírání a současném přerušení OPTZ se nejprve vypne pohon zavírání a s prodlevou 520 ms je sepnut opačný směr pohybu. Je to ochrana stykačové kombinace, aby nemohly být sepnuty oba stykače pohonu současně a zároveň je to čas k zabrzdění pohybu.

Ovládání brány. Bránu je v tomto režimu (automat) možné pouze otevřít (tlačítkem nebo dálkovým ovladačem), a to až v momentě, kdy je v základní pozici. Při stisku TLAC je nutné dodržet alespoň 300 ms dlouhý povel, aby byl platný. Kratší stisk TLAC nebo DO (dálkový ovladač) je brán jako náhodný a nechtěný a nemá na bránu vliv (tato funkce závisí na použitém dálkovém ovládání – některá dálková ovládání nemusí být schopná odeslat kratší impuls jak 300 ms).

Možné chyby. Nepřicházejí impulzy od S3: Pokud se tak stane, brána se zastaví a rozsvítí se červená LED signalizující drobnou chybu. Zároveň zůstává sepnuto relé K1. To je pro lepší optickou signalizaci, že nastal nějaký problém v pohonu (brána by se

měla ještě pohybovat, ale nemůže). Zároveň LED3 signalizuje stav snímače snímání otáček motoru S3. V této chvíli je možné stiskem TLAC (stačí krátký stisk – kvitace) potvrdit chybu. V tuto chvíli se brána chová následovně. Pokud byl problém odstraněn a chyba potvrzena zhasne chybová LED a brána se po 30 s rozjede do základní polohy (zavřená), bez ohledu na to kam jela v momentě, kdy nastala porucha. V případě, že porucha trvá, je to stejné, brána však po 30 s prodlevu zůstane stát a opět vyhlásí chybu.

Jsou sepnuty zároveň S1 a S2. Tento stav se kontroluje vždy při stisku TLAC nebo před najeťm do základní polohy. Pokud tato situace nastane, je to závažná chyba a rozblíká se červená LED. Samozřejmě se nezapne pohon. Pokud tato situaci vznikne v momentě, kdy je brána v pohybu, dokončí se pohyb na příslušný koncový snímač a brána nevykazuje žádnou chybu. Až v momentě pokusu o nový pohyb brány je problém detekován a nahlášen. Dokud se neodstraní tato závada, brána je kompletně vyřazena z činnosti. Odstranění závady je detekováno automaticky a nemusí se potvrzovat. V tomto režimu (automat) se brána pokusí po 30 s najeť do základní polohy.

Poznámka: Pokud jsou aktivní S1 a S2, někdo stiskne a drží tlačítko TLAC a v tento moment je odstraněna závada na snímačích, brána se také nerozjede a je stále signalizována závažná chyba blikáním LED. Teprve po uvolnění tlačítka je chyba smazána a je možný další provoz.

Optická závora OPTZ. Pokud je optická závora přerušena déle než jednu minutu, je to drobná chyba. Signalizována je svítem LED2 a je nutná její kvitace krátkým stiskem tlačítka. Pokud chyba přetrvává, nelze ji stiskem tlačítka kvitovat.

Pokud je OPTZ přerušena a brána zavřena, svítí LED2. Pokud je to jen krátkodobé přerušení do 1 minuty, je chyba automaticky zrušena. Pokud je přerušení OPTZ delší jak 1 minutu, je

to stejné jako předchozí chyba.

Ztráta základní polohy na S1. Pokud je brána v základní poloze (zavřená) a z nějakého důvodu se rozezne S1, brána se po 30 s pokusí opět dosáhnout základní polohy. Pokud se to podaří, je tato ztráta polohy následně s 30 s prodlevou signalizována krátkým probliknutím LED2. Krátkým probliknutím LED2 je signalizováno i pokud se během 30 s brána zavře (sepne S1). Tato situace může vzniknout například při silném větru a špatném seřízení koncových snímačů.

Časy:

1. Prodleva na S3 – asi 1 s (stejně i v ručním režimu).
2. Prodleva před pohybem brány – asi 30 s (pouze automat).
3. Prodleva na OPTZ – asi 1 minuta (pouze automat).
4. Prodleva před reverzací – asi 500 ms (pouze automat).

Ručně:

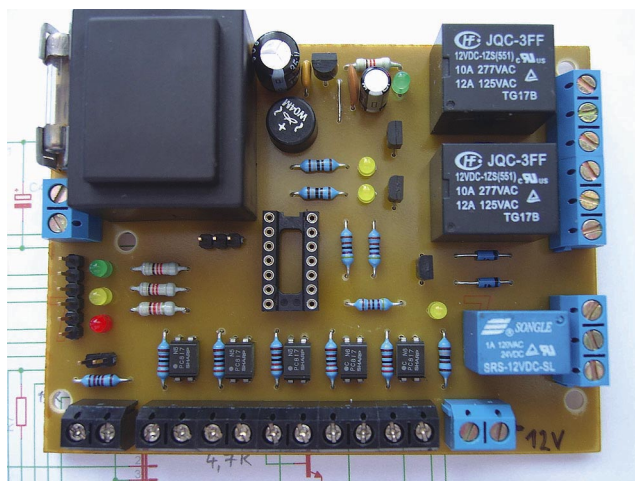
V tomto režimu brána ignoruje optickou závoru a veškeré časovače. Zároveň se nesnaží vrátit do výchozí polohy. Funguje pouze ovládání tlačítkem TLAC (a samozřejmě i dálkové ovládání). Jedním stiskem se brána otevře nebo zavře, záleží na momentální pozici (pokud je zavřená, tak se otevře, a naopak).

V případě, že je v nedefinované poloze, je po stisku TLAC otevřena. Je to z bezpečnostních důvodů, protože je v tomto režimu ignorována optická závora. Změna směru pohybu brány je možná teprve po najeť do nějaké koncové polohy (zavřeno nebo otevřeno).

Tlačítko se musí podržet asi 300 ms, aby byl povel brán jako platný. Kratší stisk se považuje za náhodný a nemá na bránu žádný vliv. Stejný čas je nutné dodržet i na dálkovém ovladači. Je to ochrana náhodného nechtěného sepnutí tlačítka.

Možné chyby. Pokud nepřicházejí impulzy od S3 ohlásí se chyba stejně jako v automatickém režimu. Po stisku tlačítka se jednotka pokusí bránu otevřít (nezáleží na směru, kterým se

Obr. 4.
Osazená deska
řídící jednotky
brány



pohybovala naposledy). Pokud již je v poloze otevřeno, pokusí se zavřít. Pokud závada na motoru (respektive snímači otáček motoru) stále trvá je opět nahlášena porucha a pohon se vypne.

Jsou-li sepnuty zároveň S1 a S2 je funkce stejná jako v automatickém režimu. Brána se však po 30 s nepokusí najet do základní polohy.

Instalace zařízení

Celé řízení brány obsahuje základní jednotku samotného řízení, ke které se připojují veškeré okolní periferie. Dálkové ovládání je vyřešeno moduly pro přenos digitálního signálu na kmitočtu 868 MHz. Přijímač DO se ze základní jednotkou propojuje dvěma kablíky, z nichž jeden je napájecí (připojí se do svorky RX). Přijímač DO je možné napájet napětím 7 až 24 V a napětí nemusí být stabilizované. Dále se přijímač DO propojuje jedním datovým kablíkem na konektor JP2 (střední kolík). Tím je zajištěno bezdrátové ovládání brány. Použil jsem moduly MRX a MTX z nabídky firmy Flajzar. Bližší informace k modulům DO lze získat z katalogového listu.

Veškeré koncové snímače polohy S1, S2 a S3 se připojují na patřičné svorky základní jednotky. Lze použít jak mechanické koncové spínače nebo elektronické snímače indukční. S3 snímá otáčky motoru. Je vhodné

použít snímač na ozubeném převodu, kde jsou snímány jednotlivé zuby.

Optická závora se připojuje na svorky OPTZ. Pro větší bezpečnost je možné zařadit několik závor (například v různých výškách) sériově. Vhodné jsou laserové závory s modulovaným paprskem, které mají větší odolnost vůči rušení.

Protože řízení brány může pracovat ve dvou režimech (ruční i automatický), je možné připojit na svorky VIP nějaký přepínač, kterým se bude patřičný režim volit. Zároveň je však možné nastavit pracovní režim propojkou JP1. Pokud je osazen, brána bude pracovat v ručním režimu, pokud není osazen, je to automatický režim.

Pokud je to potřeba, lze konektory JP3 a JP4 vyvést signalizační kontrolky například na kryt zařízení. V tomto případě by se měli použít LED s malým příkonem (2 mA).

Maximální zatížení kontaktů relé pro pohon je 2 A/24 V. Pro spínání motoru je vhodné je posílit stykačem (případně stykačovou kombinací doplněnou tepelnou ochranou). Maximální zatížení kontaktu K1 pro spínání majáčku je 1 A/24 V. Pokud je potřeba větší proud nebo napětí, je vhodné použít odpovídající relé nebo stykač.

Celé zařízení by mělo být instalováno ve vhodné přístrojové krabici s ohledem na okolní vlivy v místě použití. Provozní teplota celého řízení je -20 až 45°C.

Dvě verze programu pro mikrokontrolér jsou k dispozici ke stažení na <http://www.aradio.cz> v sekci programů.

Seznam součástek

R1	1 kΩ
R2 až R6	3,3 kΩ
R7	10 kΩ
R8 až R10	1 kΩ
R11 až R13	1,8 kΩ
R14 až R16	4,7 kΩ
C1, C2	100 nF
C3	47 μF/10 V
C4	100 μF/25 V
D1 až D3	1N4148
D4	5,6 V/0,5 W, Zen. dioda
LED1	zelená, 3 mm, 2 mA
LED2	červená, 3 mm, 2 mA
LED3	žlutá, 3 mm, 2 mA
LED4	zelená, 3 mm, 2 mA
LED5 až LED7	žlutá, 3 mm, 2 mA
B1	W06M (nebo jiný 1 A)
IC1	78L05
IC2	PIC16F630 (naprogramovaný)
Q1 až Q3	KC238 (nebo podobný)
OK1 až OK5	PC817
TR1	transformátor 230 V/9 V/1,9 VA
F1	200 mA trubičková pojistka F + pouzdro do DPS
JP1 až JP4	lámací lišta, celkem 11 pinů
Svorkovnice	do DPS 8x 2 piny
Svorkovnice	do DPS 3x 3 piny
K1	relé 12 V SRS-12VDC-SL
K2, K3	relé 12 V JQC-3FF

zbytek 11 až 11,5 cm